

[51] Int. Cl.<sup>7</sup>

**F01N 11/00**

F01N 3/08 F01N 3/20

FO2D 41/00

## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99814648. X

[43]公开日 2002 年 1 月 9 日

[11]公开号 CN 1330745A

[22] 申请日 1999.9.29 [21] 申请号 99814648.X

### [30] 优先权

[32] 1998. 10. 16 [33] DE [31] 19847874. 7

**[86]国际申请 PCT/EP99/07213 1999.9.29**

[87] 国际公布 WO00/23694 德 2000.4.27

[85]进入国家阶段日期 2001.6.18

[71] 申请人 大众汽车有限公司

**地址** 德国沃尔夫斯堡

[72]发明人 E·波特

G·斯普里斯特塞尔

**[74] 专利代理机构** 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 苏 娟 赵 辛

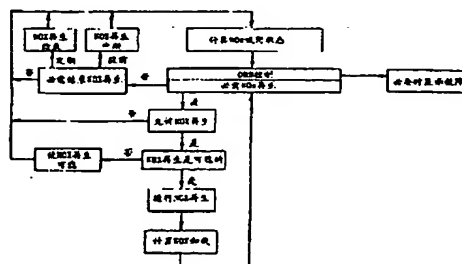
权利要求书 5 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

**[54]发明名称** 稀薄燃烧内燃机的废气中氮氧化物还原的方法

[57]摘要

一种用于还原稀薄燃烧内燃机的废气中的氮氧化物的方法,该内燃机后接一个 NOX 存储催化转化器,其中通过提高废气温度和/或降低物流的措施促进 NOX 存储,并控制催化转化器的 NOX 再生使废气净化效果最佳。为了控制 NOX 再生,确定催化转化器的氮氧化物吸附状态和/或通过 OBD 控制监视催化器活性。当超过最大许可吸附浓度时或出现催化转化器不规则性时通过检验与安全性相关的构件是否保持规定的功能和/或实际的行驶情况是否保持预定的行驶参数,首先检验 NOX 再生许可性。此外检验是否通过预定的再生参数产生实施 NOX 再生的可能性。当满足许可性条件时必要时调节要求的再生参数并启动 NOX 再生,直到或者达到预定的再生程度,或者许可性检验的实际结果要求提前中断或中止再生过程。在这种情况下 NOX 再生根据已达到的再生程度或者在重新存在许可性条件时在进行或

者如正规的再生过程完成那样通过回到开头的步骤重复方法过程。因为根据本发明的方法尤其适用于共轨柴油机,本发明也描述了一种带有从属废气净化装置的实施上述方法的共轨柴油机。



ISSN 1008-4274

知识产权出版社出版

## 权 利 要 求 书

1. 用于后接于稀薄燃烧的内燃机(10)的 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器(24)  
 $\text{NO}_x$ 再生的方法, 有以下方法步骤:
  - 5 a) 确定 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器(24)的氮氧化物吸附浓度, 比较获得的吸附浓度与一个预定的最大许可氮氧化物吸附浓度第一阈值和/或
  - b) OBD 控制 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器(24)以监视催化转化器活性;
  - c) 当超过阈值时或确定催化转化器不规则性时, 通过检验与安全性相关的构件的规定功能来检验 $\text{NO}_x$ 再生的许可性和/或检验实际的行驶情况是否保持预定的行驶参数;
  - 10 d) 检验是否通过保持预定的再生参数产生了实施 $\text{NO}_x$ 再生的可能性, 必要时调节要求的 $\text{NO}_x$ 再生参数, 在许可 $\text{NO}_x$ 再生时启动 $\text{NO}_x$ 再生, 否则重复方法步骤c.)和/或必要时给出确定的与安全性相关的构件的功能故障; 和
  - 15 e) 实施 $\text{NO}_x$ 再生直到达到预定的 $\text{NO}_x$ 再生程度, 调节正常的工作条件并返回到方法步骤a.)或者如果方法步骤c)的许可性检验实际结果要求的话则提前中断或中止 $\text{NO}_x$ 再生, 回到方法步骤a)或c)和/或必要时给出确定的与安全性相关的构件的功能故障。
- 20 2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在方法步骤d)对要求的再生参数的调节只有在经过预定的第一时间段之后和/或超过至少氮氧化物吸附浓度的第二阈值之后才进行。
3. 根据权利要求1或2所述的方法, 其特征在于, 在提前中断或中止 $\text{NO}_x$ 再生之后, 确定 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器(24)的氮氧化物吸附状态, 当低于预定的再生程度时, 也就是超过预定的氮氧化物吸附浓度时, 通过返回到方法步骤c)启动新的一次 $\text{NO}_x$ 再生, 而在达到或超过预定的再生程度时返回到方法步骤a)。
- 25 4. 根据权利要求3所述的方法, 其特征在于, 在启动 $\text{NO}_x$ 再生时预定的再生程度小于吸附状态的约5-15%剩余吸附浓度。
- 30 5. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于, 使用一个共轨柴油机作为内燃机(10)。

6. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，作为与安全性相关的构件，喷射系统和/或节流阀（14）和/或 EGR/进气压力调节器受到检验。
- 5 7. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，行驶情况从油门踏板值传感器（PWG）的一个阈值和/或喷油量和/或转数和/或动力识别信号和/或制动信号和/或转数梯度导出。
8. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，NO<sub>x</sub>再生只有在超过一个确定的最小速度时进行。
9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，最小速度为 20 公里/小时。
- 10 10. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，只有在一定的转数范围或载荷范围内和一定的载荷改变愿望或 PWG 速度范围内才实施 NO<sub>x</sub> 再生。
11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，转数范围为 1200 - 3600 转/分，而最大的 PWG 速度 < 100% / 秒。
- 15 12. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，NO<sub>x</sub> 再生只有在主喷油量为最大值的 10 - 90% 时才实施。
13. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，通过确定 NO<sub>x</sub> 存储催化转化器（24）之前和/或之后的废气温度监视要求的再生温度的保持。
- 20 14. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，为实施 NO<sub>x</sub> 再生，调节废气温度到 220 - 250℃。
15. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，废气或催化转化器温度通过调节 EGR 率和/或节流阀和/或进气压力和/或后补喷油量和/或后补喷射时刻和/或主喷射的开始喷射时刻来控制。
- 25 16. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，确定为调节再生状态所要求的准备时间和为实施 NO<sub>x</sub> 再生所要求的再生持续时间，在超过预定的最大许可准备时间和/或再生持续时间后，中止或提前中断 NO<sub>x</sub> 再生。
- 30 17. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，最大许可再生持续时间为 5 - 30 秒。

18. 根据权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 最大许可再生持续时间为 15 秒.
- 5 19. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于, 在预定的最小恢复时间内, 在按规定完成或提前中断或中止  $\text{NO}_x$  再生后, 不再实施新的一次  $\text{NO}_x$  再生或脱硫.
20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 最小的恢复时间根据为调节再生状态所要求的准备时间和真正的再生持续时间而可变化地选择.
- 10 21. 根据权利要求 19 或 20 所述的方法, 其特征在于, 最小的恢复时间为 30 - 300 秒.
22. 根据权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 最小的恢复时间为 40 - 60 秒.
23. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于, 在中止或提前中断  $\text{NO}_x$  再生之后通过减弱的温度保持措施保持催化转化器温度, 并只有在经过预定的第二时间段之后才降到正常的工作值.
- 15 24. 根据权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 预定的第二时间段为 10 - 300 秒.
25. 根据权利要求 24 所述的方法, 其特征在于, 预定的第二时间段为 30 - 50 秒.
- 20 26. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于,  $\text{NO}_x$  存储器活性或  $\text{NO}_x$  排放滑差 (Emissionsschlupf) 在稀薄燃烧的工作方式下借助  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 的实际吸附状态、流出的  $\text{NO}_x$  原始排放、废气或催化转化器温度和废气物流来确定.
- 25 27. 根据权利要求 26 所述的方法, 其特征在于,  $\text{NO}_x$  原始排放借助一个特征曲线族由燃油消耗或行驶的发动机工作点 (转数  $n$ , 实际喷油量  $M_E$ ) 确定.
28. 根据权利要求 27 所述的方法, 其特征在于, 一定的  $\text{NO}_x$  原始排放值通过进气压力、EGR 率、节流阀位置以及提前和主喷射和提前喷射持续时间等的修正曲线族来修正.
- 30 29. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于,  $\text{NO}_x$  再生通过部分节流内燃机 (10) 和/或提高 EGR 率和/或降低进气压力和

/或提高提前喷油量和/或后补喷油量和/或降低主喷油量来控制。

- 5 30. 根据权利要求 29 所述的方法, 其特征在于,  $\lambda$  值在第一阶段通过部分节流内燃机 (10) 和/或提高 EGR 率和/或降低进气压力首先降到预定的第一  $\lambda$  阈值, 然后在第二阶段通过控制后补喷射调节到最终的再生  $\lambda$  值。
31. 根据权利要求 30 所述的方法, 其特征在于, 预定的  $\lambda$  阈值为 1.1-1.6。
- 10 32. 根据权利要求 31 所述的方法, 其特征在于, 预定的  $\lambda$  阈值为 1.3-1.5。
33. 根据权利要求 30-32 之一所述的方法, 其特征在于, 预定的再生  $\lambda$  值为 0.75 至 0.99。
34. 根据权利要求 33 所述的方法, 其特征在于, 再生  $\lambda$  值为 0.92 至 0.99。
- 15 35. 根据权利要求 30 所述的方法, 其特征在于, 提前喷油量在第三阶段提高到主喷油量的 1-50%。
36. 根据权利要求 35 所述的方法, 其特征在于, 提前喷油量提高到主喷油量的 5-20%。
- 20 37. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于, 出现的扭矩变化通过控制主喷油量来修正。
38. 根据权利要求 37 所述的方法, 其特征在于, 扭矩变化在超过一个确定的阈值之后才修正。
- 25 39. 根据前述权利要求之一所述的方法, 其特征在于, 催化转化器活性关于所有有害物质的不规则性通过确定  $\text{NO}_x$  破坏来查明。
40. 根据权利要求 39 所述的方法, 其特征在于,  $\text{NO}_x$  破坏在一定时间窗内必须超过一定的阈值。
41. 根据权利要求 40 所述的方法, 其特征在于, 该阈值必须超过 30 秒以上。
- 30 42. 根据权利要求 40 或 41 所述的方法, 其特征在于, 直到  $\text{NO}_x$  原始排放为 10 克/小时的阈值对应于实际值和理论值之间的偏差为 2 克/小时, 而在更高的  $\text{NO}_x$  原始排放时对应于 20% 的偏差。

43. 根据前述权利要求之一所述的方法，其特征在于，在确定催化转化器活性的不规则性之后至少实施一次提前的  $\text{NO}_x$  再生。
44. 根据权利要求 43 所述的方法，其特征在于，另外至少还实施一次脱硫，然后在继续存在不规则性时给出催化转化器故障的信号。
- 5 45. 根据权利要求 43 或 44 所述的方法，其特征在于，确定在一次提前的  $\text{NO}_x$  再生之后实施的正规  $\text{NO}_x$  再生的次数，并与预定的连续  $\text{NO}_x$  再生最小次数比较，在达到该最小次数之前又出现催化转化器不规则性时给出催化转化器故障信号。
- 10 46. 根据权利要求 45 所述的方法，其特征在于，连续进行的正规  $\text{NO}_x$  再生最小次数为 10-100。
47. 根据权利要求 46 所述的方法，其特征在于，连续进行的正规  $\text{NO}_x$  再生最小次数为 20。
- 15 48. 共轨柴油机 (10)，其特征在于，为了如前述权利要求之一所述对后接的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 进行  $\text{NO}_x$  再生，在进气弯管前设置一个节流阀 (14)。
49. 通过提高废气温度和/或降低物流的措施促进在后接于稀薄燃烧内燃机 (10) 的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 中的  $\text{NO}_x$  存储的方法。
- 20 50. 根据权利要求 49 所述的方法，其特征在于，提高废气温度和/或降低物流的措施包括改变 EGR 和/或节流新鲜空气量高达 70% 和/或降低进气压力直到纯无增压状态。
51. 根据权利要求 49 或 50 所述的方法，其特征在于，在  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 之前的废气温度通过提高废气温度的措施提高
- 25 到大于  $190^\circ\text{C}$ 。
52. 在带有后置的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 的稀薄燃烧内燃机 (10) 的废气中还原氮氧化物的方法，通过
- 30 - 根据权利要求 1-47 中的至少一项控制  $\text{NO}_x$  存储催化转化器 (24) 的  $\text{NO}_x$  再生和
- 根据权利要求 49-51 中的至少一项促进  $\text{NO}_x$  存储。

## 说明书

## 稀薄燃烧内燃机的废气中氮氧化物还原的方法

本发明涉及一种用于还原稀薄燃烧内燃机的废气中的氮氧化物的方法，该内燃机后接一个  $\text{NO}_x$  存储器或  $\text{NO}_x$  存储催化转化器。本发明尤其涉及一种最优控制  $\text{NO}_x$  存储催化转化器的  $\text{NO}_x$  再生的方法和改进氮氧化物存储的方法。另外还涉及一种实施该方法的带有一个从属的废气净化装置的共轨柴油机 (Common-Rail-Dieselmotor)。

$\text{NO}_x$  存储催化转化器由一个通常的三元涂层 (3-Wege-Beschichtung) 构成，其围绕  $\text{NO}_x$  存储催化转化器扩展。该  $\text{NO}_x$  存储催化转化器在稀薄燃烧废气时以硝酸盐形式存储氮氧化物，在浓燃烧废气时在还原条件下将氮氧化物置换为无害的  $\text{N}_2$ ，其中该  $\text{NO}_x$  存储催化转化器可有针对性的排空，以基本恢复其完全的氮氧化物吸收能力，这种吸收能力随着稀薄燃烧时氮氧化物的不断增长的加载而逐渐降低。

因此，为使氮氧化物排放最小，不仅要求尽可能有效地将氮氧化物存储到催化转化器中，而且要求通过断续降低浓燃烧范围的  $\lambda$  值及时地并极为有效地再生受载的催化转化器。

这里具体问题出现在柴油机中，因为柴油机常常不以  $\lambda < 1$  运行。所以在这种内燃机中要求用于  $\text{NO}_x$  再生的特殊的发动机措施 (其中有无扭矩扰动的节流)，其可能导致不希望有的行驶性能的变化。此外柴油机典型的废气温度在  $200^\circ\text{C}$  以下，这种温度下  $\text{NO}_x$  再生不可能。此外只能确定不充分的  $\text{NO}_x$  存储。此外在  $\text{NO}_x$  存储效益方面还造成很高的废气物流问题。

为了还原稀薄燃烧的内燃机废气中的氮氧化物，德国专利申请 197 16 275.4 中描述了一种用于所配置的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器的  $\text{NO}_x$  再生的控制方法。在该方法中，首先确定催化转化器的吸附状态并与一个预定的阈值相比较。当超过该值时，检测工作条件和行驶情况是否允许  $\text{NO}_x$  再生。如果是，则启动必要的再生，否则就等待直到工作条件和行驶情况允许  $\text{NO}_x$  再生，或者超过催化转化器的氮氧化物吸附浓度的第二个阈值。此时通过适当的改变工作条件启动再生，并使再生进行到催化转化器的吸附状态低于第一个阈值。如果行驶情况不允许，则不发生再生的启动，或者提前中断已开始的再生，以保证不出现危险的工作情况。中断的再生

过程只有在实际行驶情况已经不再存在反对进行这种措施的顾虑时才重新开始。用于改善  $\text{NO}_x$  存储的措施从上述专利申请中无法获知。

本发明的目的在于提供一种稀薄燃烧内燃机的废气中的氮氧化物还原方法，带有一个后置的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器，其不仅能尽可能有效地将释放的氮氧化物存储在催化转化器中，而且可通过改进前述的  $\text{NO}_x$  再生方法为催化转化器的规定功能总是保证足够高的催化转化器活性，而不会导致内燃机工况的明显变化，或者甚至出现危险的行驶情况。发明目的还在于提供一种带有配置的实施该方法的废气净化装置的共轨柴油机。

- 10 根据本发明， $\text{NO}_x$  存储和存储效率通过增加废气温度和/或降低物流的措施来改进。具体说，在低负荷区通过节流阀进行部分负荷节流，其中可附加地进行少量的后补喷油量以提高催化转化器温度。在高负荷时，也可采用降低进气压力以及改变 EGR 率或再循环率和/或改变提前喷油量、主喷油量和后补喷油量的喷射开始时间/喷射持续时间。通过保持
- 15  $\text{NO}_x$  存储催化转化器运行时的最低温度在约  $190 - 200^\circ\text{C}$ ，也明显扩大了进行  $\text{NO}_x$  再生的可能性。

- 在根据本发明的  $\text{NO}_x$  再生方法中，第一步（方法步骤 a）确定  $\text{NO}_x$  存储催化转化器吸附氮氧化物的吸附状态，与一个相应于刚刚还允许的最小催化转化器活性的预定最大允许氮氧化物吸附浓度比较，以获得进行
- 20 再生的最佳时刻。

为了确定催化转化器活性的不规则性，此外还进行  $\text{NO}_x$  存储催化转化器的 OBD 控制（OBD=On-Board-Diagnose 车载诊断仪）（方法步骤 b.）。

- 在确定不规则性时或者在超过允许的催化转化器吸附浓度时，首先检验  $\text{NO}_x$  再生的许可性，以避免不希望的甚至危险的工作条件或行驶情
- 25 况。此时检验与安全性相关的构件是否在规定的功能方式和/或实际行驶情况是否保持预定的行驶参数（方法步骤 c.）。

与许可性检验同时或随后在下一个方法步骤（方法步骤 d）中检验通过保持预定的再生参数是否实际上可能进行  $\text{NO}_x$  再生。该检验也可以在许可性检验之前进行。

- 30 必要时，调整必要的再生参数，启动再生。否则重复方法步骤 c.）直到允许  $\text{NO}_x$  再生。必要时还可显示被确定的与安全性有关的构件的阻碍再生进行的功能干扰。



当  $\text{NO}_x$  再生不仅允许而且可能时,  $\text{NO}_x$  存储催化转化器最终在最后一个方法步骤 e.) 中再生直到达到预定的再生程度。接着重新调整正常的工作条件, 并返回到方法步骤 a.)。

5 在即使在进行方法步骤 d.) 和 e.) 时也持续的步骤 c.) 的许可性检验的实际结果要求的情况下, 则在获知不允许再生过程时提前中断或至少中止  $\text{NO}_x$  再生并返回到方法步骤 a.) 或 c.)。必要时也可显示出被确定的与安全性有关的构件的功能干扰。

10 最好借助实际已达到的再生程度与预定的再生程度比较来决定返回方法步骤 a.) 或返回方法步骤 c.)。当超过预定值时, 即超过相应的氮氧化物吸附浓度时, 因为催化转化器不足的功能能力而通过返回到方法步骤 c.) 的许可性检验启动再生过程的继续。反之, 当达到或超过预定的再生程度时, 由于低于关键氮氧化物吸附浓度而保证足够高的催化转化活性, 并返回到方法步骤 a.) 以获得下一次  $\text{NO}_x$  再生的最佳时刻。达到的  $\text{NO}_x$  再生程度通过催化转化器的氮氧化物吸附状态来确定。

15 在一种优选的方法中, 只有在经过预定的第一时间间隔之后和/或超过至少氮氧化物吸附浓度的第二个阈值之后才在方法步骤 d.) 中调整必要的再生参数, 以尽可能时干涉内燃机的工况。

其它优选方法可从从属权利要求获知。

20 为了使该方法能够应用在一种共轨柴油机中, 根据本发明该柴油机附加装备一个设置在进气弯管之前的节流阀。

25 用于实施本发明方法的废气净化装置包括一个  $\text{NO}_x$  存储催化转化器, 其前面或后面至少接一个温度传感器以确定最佳的  $\text{NO}_x$  再生温度, 从该传感器的测量值确定真正希望的催化转化器温度。此外在  $\text{NO}_x$  存储催化转化器之前可以接一个宽频带四分之一波长探头以确定  $\lambda$  值, 在  $\text{NO}_x$  存储催化转化器之后接一个  $\text{NO}_x$  传感器以确定  $\text{NO}_x$  排放。

根据本发明的方法和实施该方法的装置的其它特征和优点不仅由后附权利要求书给出, 而且本身和/或结合地由下面的优选实施例说明和附图给出。附图表示:

图 1 根据本发明的  $\text{NO}_x$  再生方法的流程图,

30 图 2 带有用于实施图 1 所示方法的后置废气净化装置的共轨柴油机示意图。

本发明方法的出发点是连续确定  $\text{NO}_x$  存储器活性或  $\text{NO}_x$  排放滑差

( $\text{NO}_x$ -Emissionsschlupf), 该排放滑差是在稀薄燃烧工作方式下借助实际的  $\text{NO}_x$  存储催化转化器的吸附状态、流动的  $\text{NO}_x$  原始排放 (Rohemission)、废气或催化转化器温度以及废气物流被确定的。这里  $\text{NO}_x$  原始排放借助燃油消耗或行使过程的发动机工作点 (转速  $n$ , 实际喷油量  $M_E$ ) 的特征曲线族确定。这可以通过进气压力、EGR 率、节流阀位置以及提前喷射和主喷射的开始点和提前喷射的持续时间等的校正曲线族来修正。

由于催化转化活性从而催化转化器的高效性如前所述随着氮氧化物吸附浓度的升高而逐渐降低, 为了保证催化转化器的规定的功能方式, 在超过一个相应于最大允许氮氧化物吸附浓度的规定阈值时或者在低于一个相应于最小允许催化转化器活性的规定阈值时, 认为  $\text{NO}_x$  再生是必要的, 为此所必需的措施以下述方法步骤进行。

为了保证  $\text{NO}_x$  存储催化转化器的规定工作方式, 除了确定吸附状态外还进行催化转化器的 OBD 控制 (OBD=车载诊断仪), 其主要包括监视  $\text{NO}_x$  存储器活性以确定可能出现的不规则性。因此  $\text{NO}_x$  存储器效率的理论值用作 OBD 控制的输入信号。

催化转化器活性的不规则性主要由两个损伤因素表示, 这两个因素也可能共同出现:

- 在一次  $\text{NO}_x$  再生后, 首先测量到良好的  $\text{NO}_x$  存储, 但其饱和比计算的更快更强烈。

- 在一次  $\text{NO}_x$  再生后, 测量到比计算预期的更强的  $\text{NO}_x$  破坏。

当催化转化器的贵重金属成分涂敷或毁坏时, 除了  $\text{NO}_x$  活性降低外, 还可预期  $\text{HC}$ ,  $\text{CO}$  和颗粒转化物的减少, 从而计算的与测量的  $\text{NO}_x$  存储效率比较对催化转化器诊断是足够的。因此催化转化器活性的不规则性通过确定  $\text{NO}_x$  破坏而获得,  $\text{NO}_x$  破坏在大约 30 秒的预定时间窗内必定超过一个预定的阈值, 该阈值在直到  $\text{NO}_x$  原始排放为约 10 g/h (克/小时) 时对应实际值和理论值之间的偏差为约 2g/h, 而它在较高的  $\text{NO}_x$  原始排放时对应 20% 的偏差。

在确定催化转化器活性的这种不规则性后, 在实施下述的方法步骤的情况下, 首先至少提前进行一次  $\text{NO}_x$  再生。此外, 如果继续存在这种不规则性, 如在硫吸附浓度过高时, 另外至少还要进行一次脱硫。

为了进行提前的或正规的  $\text{NO}_x$  再生, 首先检验实际的行驶情况是否

保持预定的行驶参数，因为这样一种措施不是在所有行驶或工作情况下都允许。尤其是转速、载荷、载荷变化和行驶速度此时必须位于预定的许可极限之内，其必须得以保持，从而能够完成  $\text{NO}_x$  再生或者不中止或中断已经开始的再生过程。

- 5 当转速很高或载荷很高时，尤其是在涡轮增压发动机中很高的废气物流的加浓到  $\lambda$  值小于 1，如为实施  $\text{NO}_x$  再生所必要的，只会带来更高的废气放热，从而在转速高于约 3600/秒时无法进行再生。而当转速低于约 1200/秒时  $\text{NO}_x$  再生也受到抑制，因为  $\text{NO}_x$  再生只有在以相当高的转速行驶时才能进行，以便在滚动噪声和风噪声较高的行驶阶段，也就是速度较高时，转移声学影响，并使可能出现的不希望的具有强烈刺激气味的反应产物不在静止或行驶速度很低的情况下放出。因此也限制实施  $\text{NO}_x$  再生的最低许可速度在约 20 公里/小时。

- 10 为了避免危险的行驶情况，也不允许在突然的改变载荷意图时进行  $\text{NO}_x$  再生。所谓改变载荷意图这里是指油门踏板值 PWG 传感器随时间的变化或 PWG 速度，其例如不可超过大约 100%/秒。

- 15  $\text{NO}_x$  再生在预定行驶情况下的许可性也可以从喷油量的阈值、转速梯度或者推力识别或制动信号的阈值导出，其中例如喷油量根据所用的发动机型号应是最大值的 10-90%。如果这些可能性中的一个或多个不必要，则可以通过相应选择阈值或许可极限或通过软硬件开关使之停止使用。

- 20  $\text{NO}_x$  存储催化转化器在一次脱硫或一个完全进行的  $\text{NO}_x$  再生或者由于下述原因中止或提前中断的  $\text{NO}_x$  再生之后，总是需要一个冷却或恢复阶段直到能够进行新的一次再生，该阶段的持续时间取决于为达到再生状态所必要的准备时间和本身再生的持续时间。通常的时间是 30 到 300 秒之间，但尤其是 40 到 60 秒之间。因此在结束一次  $\text{NO}_x$  再生之后，通过相应的中断或结束信号来启动一个时间函数，该时间函数根据准备时间和再生时间计算出可变的恢复时间，在该恢复时间内不允许  $\text{NO}_x$  再生。因此在启动再生之前，作为另一个许可性前提条件还要检验必要的恢复时间的遵守。

- 25 30 因为要求的废气加浓到  $\lambda \leq 1$  会导致整个喷射的燃油量升高从而导致功率增大。

通过一个  $\lambda$  信号进行另一种附加的控制，为保证前置催化转化器和

NO<sub>x</sub> 存储催化转化器上的足够快的氧化反应, 该信号不得超过一个预定的下限阈值, 该阈值对应于 NO<sub>x</sub> 再生时通过发动机措施调整的  $\lambda$  值。

5 根据在启动发动机措施之前的  $\lambda$  值, NO<sub>x</sub> 再生的准备可以首先通过发动机措施迅速启动, 例如内燃机的部分节流和/或 EGR 率的提高和/或进气压力的降低 (考虑颗粒排放和主喷油量的修正以补偿节流可能造成的功率扰动)。随着  $\lambda$  值接近预定的约 1.1-1.6, 尤其是约 1.3-1.5, 则致动器的调整速度逐渐放慢, 以便使主燃油喷射可以接近转矩中性的匹配。该  $\lambda$  值指向发动机的工作点并可通过 PWG 速度动态修正。

10 在结束该第一阶段后, 在第二阶段的后补喷油量成斜坡升高, 其最大值这样调节, 即  $\lambda$  值在发动机之后采用约 0.75-0.99 的再生  $\lambda$  值, 尤其是约 0.92-0.99。喷油时刻在这里这样调节, 即后补喷射在燃烧结束后的膨胀冲程或在排气冲程进行。如果后补喷射在燃烧结束过程中进行, 则能量释放通过主喷油量修正得以补偿。再生  $\lambda$  值这里在再生时间内可以根据催化转化器吸附氮氧化物和硫的状态、废气流量和 NO<sub>x</sub> 存储催化转化器前后的废气温度而变化。

由于 NO<sub>x</sub> 再生主要用 CO 作还原剂, 在第三阶段提前喷油量根据工作点衰减到主喷油量的大约 1-50%, 尤其是 5-20%, 同时主喷油量根据工作点衰减。这里提前喷油时刻在吸气冲程或压缩冲程第一阶段的点火之前。

20 为了尽可能少地影响行驶性能, 必要的再生参数要在经过预定的时间段之后或超过氮氧化物吸附浓度的第二个阈值之后才进行调整, 所述阈值对应于例如一种迫切要求再生的吸附浓度。这种情况下, NO<sub>x</sub> 存储催化转化器的吸附状态通过阈值分成三个特征性区域, 其中一个是不需要再生, 一个是“需要再生”, 一个是“迫切需要再生”。可以想象, 也可以结合两种方法或通过应用另外的阈值者也可以细分吸附状态。

25 在“需要再生”状态, 只有当不仅工况允许再生, 即满足给定的许可性条件, 而且要求的工作参数得到调整从而再生可能时, 才开始 NO<sub>x</sub> 存储催化转化器的 NO<sub>x</sub> 再生。否则, 等待直到达到“迫切需要再生”状态才再生。但是, 在存在许可性条件时, 通过所述方式的不同的发动机措施, 或单个地或结合地进行, 对工作参数施加影响, 使得再生可以进行。通过德国专利 197 16 275.4 公开的两级行动方式尽可能小地影响内燃机的工作性能。

在  $\text{NO}_x$  再生之前，首先使用存储在  $\text{NO}_x$  存储催化转化器中的剩余氧气。在浓废气时可用的还原剂过剩量可以从 HC- 和 CO- 物流算出。接着存储的氮氧化物用过剩的还原剂置换。反应不完全是按化学计量学进行，而是通过  $\lambda$  值、废气物流和废气温度在  $\text{NO}_x$  存储催化转化器之前和之后进行修正。

真正的  $\text{NO}_x$  再生通过发动机部分节流，和/或提高 EGR 率，和/或降低进气压力（考虑到颗粒排放的情况），和/或提高提前喷油量和后补喷油量和/或降低主喷油量来控制。

特别通过部分节流估计扭矩变化，该扭矩变化必须通过主喷油量的匹配来修正，从而驾驶员不必注意行驶性能的变化。这里扭矩变化的修正也可以在超过一个确定的阈值后才进行。

为了修正，首先由特征曲线族调出一个理论扭矩。发动机扰动引起的扭矩变化通过换气功偏差给出，以及通过由于其他节流阀调整和 EGR 调整和进气压力调整引起的燃烧延迟给出。此外，在  $\lambda$  值非常低时由节流/进气压力降低/EGR 率升高引起的不完全燃烧导致理论扭矩的修正。在后补喷油量很高时在汽缸内还剩有燃油，这些剩余的燃油在下一个冲程才燃烧，从而同时影响扭矩。只有为了简化应用，最后在获得实际扭矩时与另一个修正曲线族相加。

主喷油量只有在扭矩偏差的预定阈值被超过时才改变。

在浓废气中每单位时间  $\text{NO}_x$  存储催化转化器可能的绝对卸载取决于可利用的还原剂供应即可利用的还原剂量以及浓废气中的还原剂组分。此外，再生过程通过催化转化器的吸附状态、流过废气的  $\text{NO}_x$  和剩余氧气含量、存储催化转化器温度、废气物流以及修补基面涂层 (Washcoat) 的  $\text{O}_2$  存储能力受到影响，并能模型化考虑。废气中的 CO 和 HC 物流可从提前喷射、主喷射和后补喷射的喷射开始时间和喷射持续时间以及转数和空气物流计算出。

$\text{NO}_x$  再生通常进行到达到预定的再生程度。接着再调整正常的工作条件，然后再从开头所述的确定吸附状态开始，查明下一次  $\text{NO}_x$  再生的时刻。

这种正规的进行  $\text{NO}_x$  再生可以与实施  $\text{NO}_x$  再生相反的顺序进行。首先，提前喷油量按时间控制斜坡式回到正常值，但此时变化速度大于实施再生时的变化速度。同时后补喷射可无滞后地停止，因为它对燃烧过

程没有影响或只有很小的影响。此外节流阀、EGR 调节器和进气压力调节器以取决于 $\lambda$ 值和工作时刻(转数 $n$ , 实际喷油量 $M_E$ )的调节速度回到正常值。

- 在某些情况, 如果根据上述许可性检验的实际结果不应进行再生, 5 则也可以提前中断或至少中止已经开始的再生过程。

当提前中断 $\text{NO}_x$ 再生时, 主喷油量和提前喷油量立刻置于正常值, 同时切断后补喷射。如果由于过低的行驶速度, 即小于约 20 公里/小时, 造成的再生过程中断, 则只减少一定冲程时间的后补喷射。当 $\text{NO}_x$ 再生 10 是基于过大的载荷变化, 即油门踏板值 PWG 随时间的变化超过了一预定的阈值时, 不切断后补喷射。节流阀、EGR 调节器和进气压力调节器根据计算出的或测得的 $\lambda$ 值以较高的速度重新回到正常值。

突发的 $\text{NO}_x$ 再生不许可性的另一种可能是, $\text{NO}_x$ 存储催化转化器的热 15 负荷太高在再生的全部时间内超过了一个阈值, 该全部时间包括为从正常工作状态转到再生状态所要求的准备时间或加热时间以及为实施再生所要求的真正再生时间。另一种可替换的方案是, 也可以采用单个时间段的阈值。这里允许的再生持续时间约最多 5-30 秒, 尤其是约 15 秒。

提前中断或中止再生过程之后, 继续持续检验再生的许可性以及其 20 实施的可能性, 以便在要求时尽可能快地继续已中断的再生过程, 从而可以重新建立 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器的完全的高效性。

此外确定 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器的氮氧化物吸附状态从而确定其再生 25 程度, 确定在启动 $\text{NO}_x$ 再生时最大许可剩余吸附浓度为吸附状态的约 5-15%。当低于这个值时, $\text{NO}_x$ 存储催化转化器通过前述再生过程再生得足够好, 以便能保证规定的功能。在这种情况下, 再生过程最终中断, 并通过回到开头所述的持续确定吸附状态来确定下一次正规的 $\text{NO}_x$ 再生的时刻。

反之, 当达到或超过了给定的剩余吸附浓度, 在重新满足许可性条 30 件时, 继续进行中止的再生过程, 直到达到预定的再生程度。为了能尽可能最佳地利用为加热存储催化转化器所用的能量, 在这里通过减弱的保持温度的措施保持催化转化器温度, 并且只有在进行了约 10-300 秒尤其是 30-50 秒的预定时间段之后, 没有满足许可性条件, 才降到正常值。

当实际 $\lambda$ 值与正常 $\lambda$ 值的偏差低于一定的阈值时, $\text{NO}_x$ 再生视为结



束, 其中 $\lambda$ 值既可以通过 $\lambda$ 传感器测量也可以通过计算确定。

为了保证 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器的规定功能, 在一次提前的 $\text{NO}_x$ 再生之后和/或基于通过 OBD 控制所查明的催化转化器活性不规则性而进行的脱硫之后, 确定随后实施的 $\text{NO}_x$ 再生的次数, 并与一个预定的连续 $\text{NO}_x$ 再生的最小次数如 10-100, 优选约 20 次进行比较。当在达到这个最小次数之前又出现催化转化器的不规则性, 则是由催化转化器故障引起, 这通过一个醒目的显示装置显示。

在单个再生过程之间, 通过提高废气温度和降低废气物流的措施促进存储催化转化器中的 $\text{NO}_x$ 存储, 这与传统的废气净化方法相比导致明显的氮氧化物产量降低。这里 $\text{NO}_x$ 存储的改善尤其是通过借助 EGR 变化/新鲜空气量节流高达 70%和降低进气压力直到纯无增压状态来提高 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器之前的废气温度到高于约 190℃。这些值是通过废气温度和 PWG 动力学来修正的。这通过措施的抑制使用和排除使用完成。因为催化转化器在这些温度下对有害物质的置换来说还太冷, 所以后补喷射没有意义。只能采取热措施。

图 2 以示意图示出了一种适于实施根据本发明的再生方法和为改善 $\text{NO}_x$ 存储也就是有效减少氮氧化物排放的共轨柴油机 10, 带有一个前置的进气管 12 和一个置于其中的节流阀 14, 该节流阀 14 布置在未示出的进气压力传感器和温度传感器之后但在 EGR 开始端 16 之前, 并用于无扭矩扰动地降低空燃比 $\lambda$ 。节流阀 14 的控制或者通过一个由控制的占空因数给出的脉冲宽度调制信号以固定频率进行, 或者通过一个以百分数描述节流阀 14 位置的 CAN 信息进行。节流阀 14 的静止位置基本上是“开放”位置。控制信号的值对应于节流阀位置的定义, 通过软件可调。

柴油机 10 的废气通过带有一废气涡轮增压机 20 的废气管道 18 进入废气净化装置, 该废气净化装置带有一个前置催化转化器 22 和一个 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器 24。前置催化转化器 22 前面接了一个宽频带四分之一波长探头 26 用于测量 $\lambda$ 值, 其附加地或替换地用于计算 $\lambda$ 值。

在 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器 24 前面和 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器 24 后面分别布置一个温度传感器 28 及 30 用于监视最小或最大的许可再生温度。温度传感器 28, 30 另外用于监视脱硫所要求的温度范围以及通过提高温度的措施来控制最佳的 $\text{NO}_x$ 存储。通过比较从 $\text{NO}_x$ 存储催化转化器 24 流出的废气输出温度和流入催化转化器 24 的废气输入温度, 可以监视 $\text{NO}_x$ 存储

催化转化器 24 的催化转换活性。

$\text{NO}_x$  存储催化转化器 24 后接了一个  $\text{NO}_x$  传感器 38 用于测量氮氧化物排放，该传感器用于确定催化转化器活性的不规则性。

宽频带四分之一波长探头 28, 30 的测量信号和  $\text{NO}_x$  传感器 38 的测量信号通过导线 32, 34, 40 传给所属的控制装置 36 以控制发动机 10。



## 说明书附图

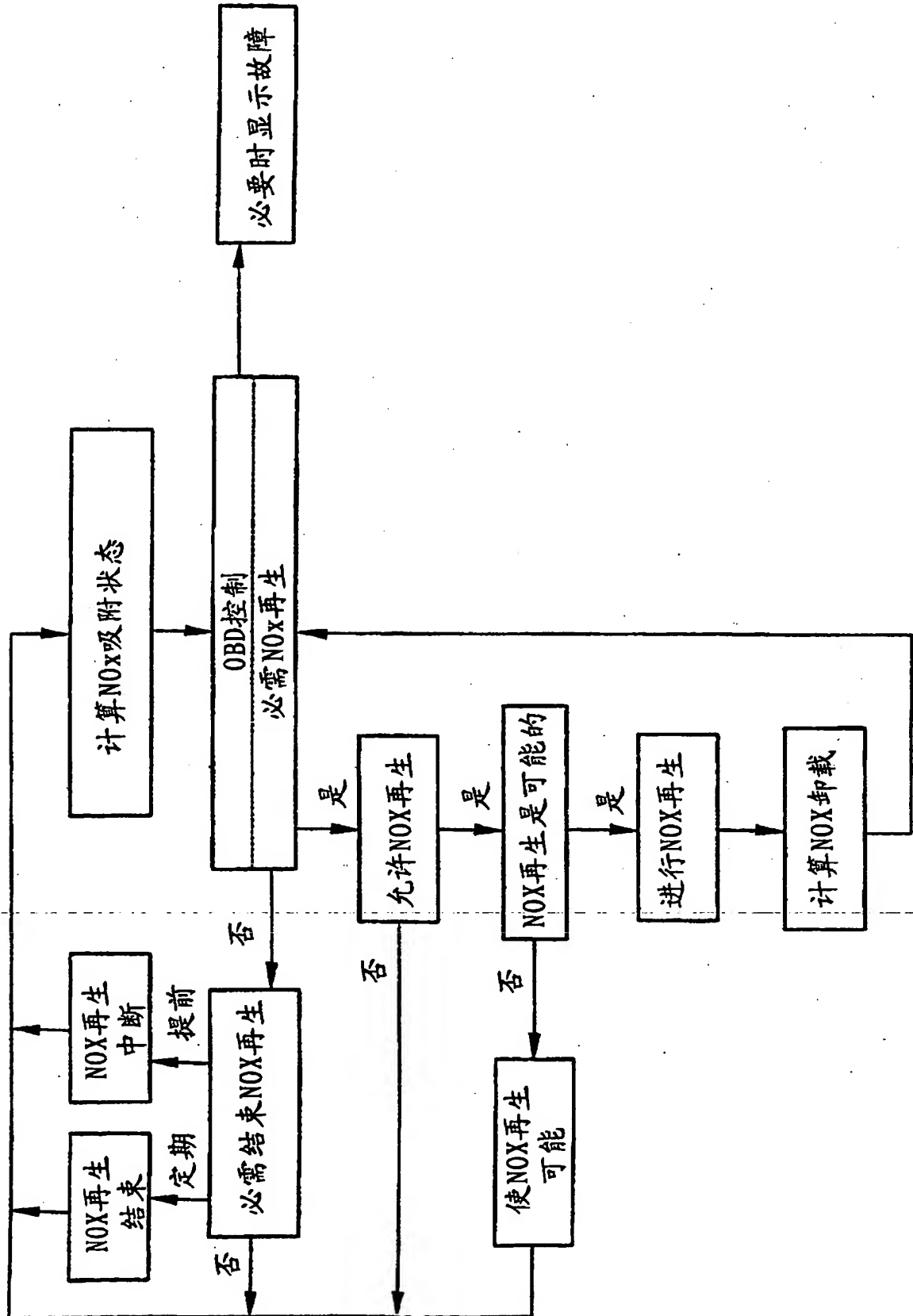


图 1

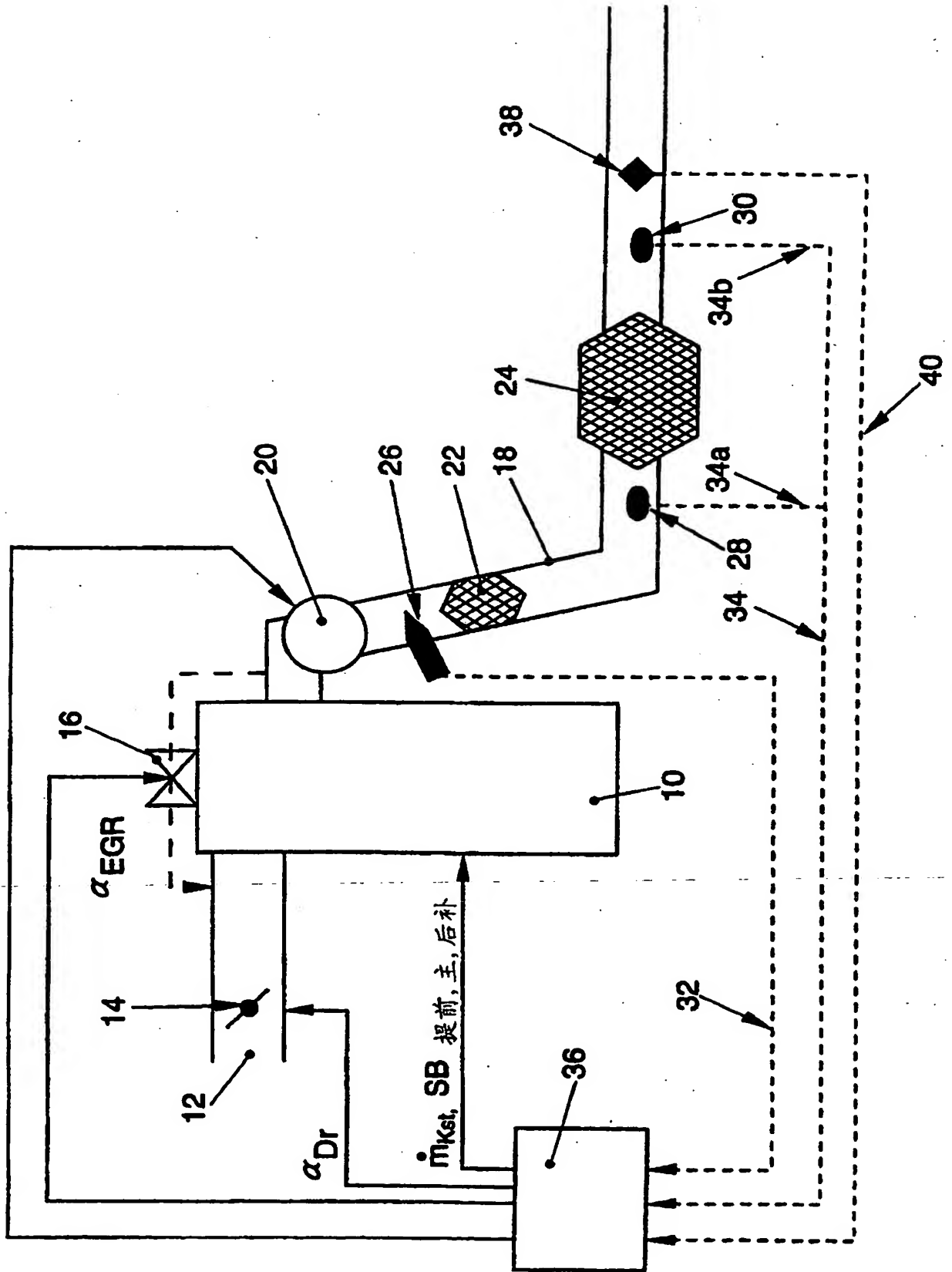


图 2